

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

The logo for ÚCHOP features the word "ÚCHOP" in a bold, black, sans-serif font. The letter "O" is replaced by a circular icon divided into four colored segments: yellow, blue, green, and red.

# SIMULACE TRANSPORTU ELEMENTÁRNÍHO NANOŽELEZA A DESTRUKCE CHLOROVANÝCH KONTAMINANTŮ V PORÉZNÍM PROSTŘEDÍ

Ing. Pavel Mašín

Ing. Petra Janouškovcová

Ing. Petr Beneš

Doc. Dr. Ing. Martin Kubal

# Cíl práce

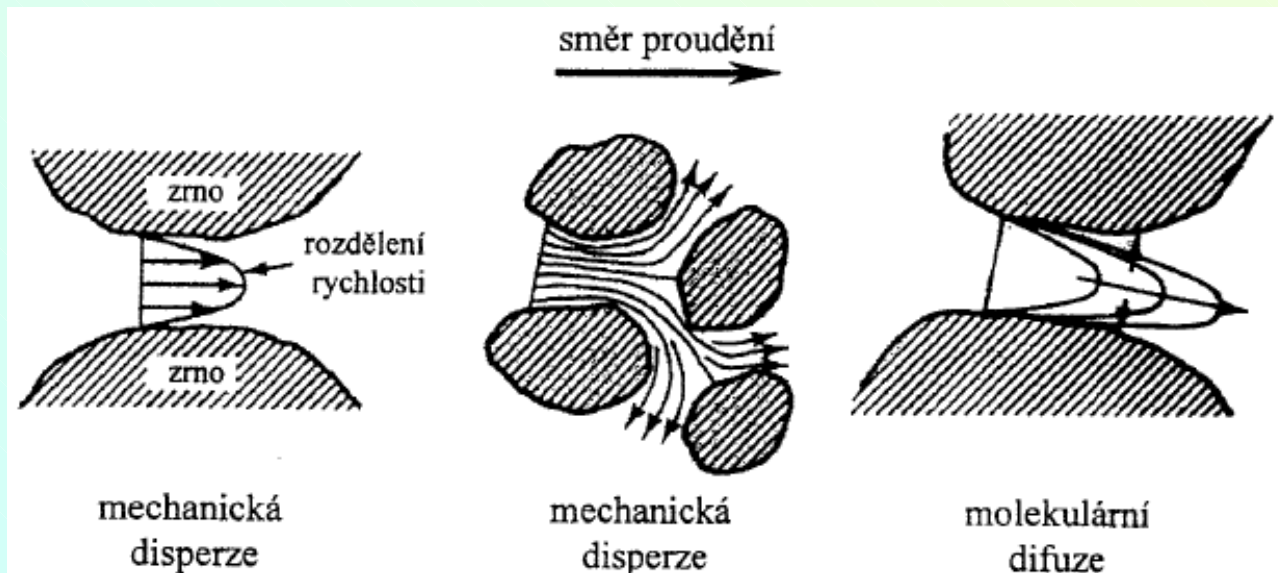
- Simulace a popis transportu křemíkem stabilizované suspenze nanočástic Fe v laboratorních podmínkách. Nanoželezo zn. RNIP – 10 APS od firmy TODA.
- Definování účinnosti degradace tetrachlorethylenu (PCE)
- Vertikální kolonový systém s modelovou zemínou
- Monitoring průběhu zasakovacího procesu

# Model proudění látek v podzemní vodě

- Konzervativní proudění – pro inertní látky nepodléhající reakcím
- Nekonzervativní proudění – pro ostatní látky

Uplatnění chemických či biochemických reakcí

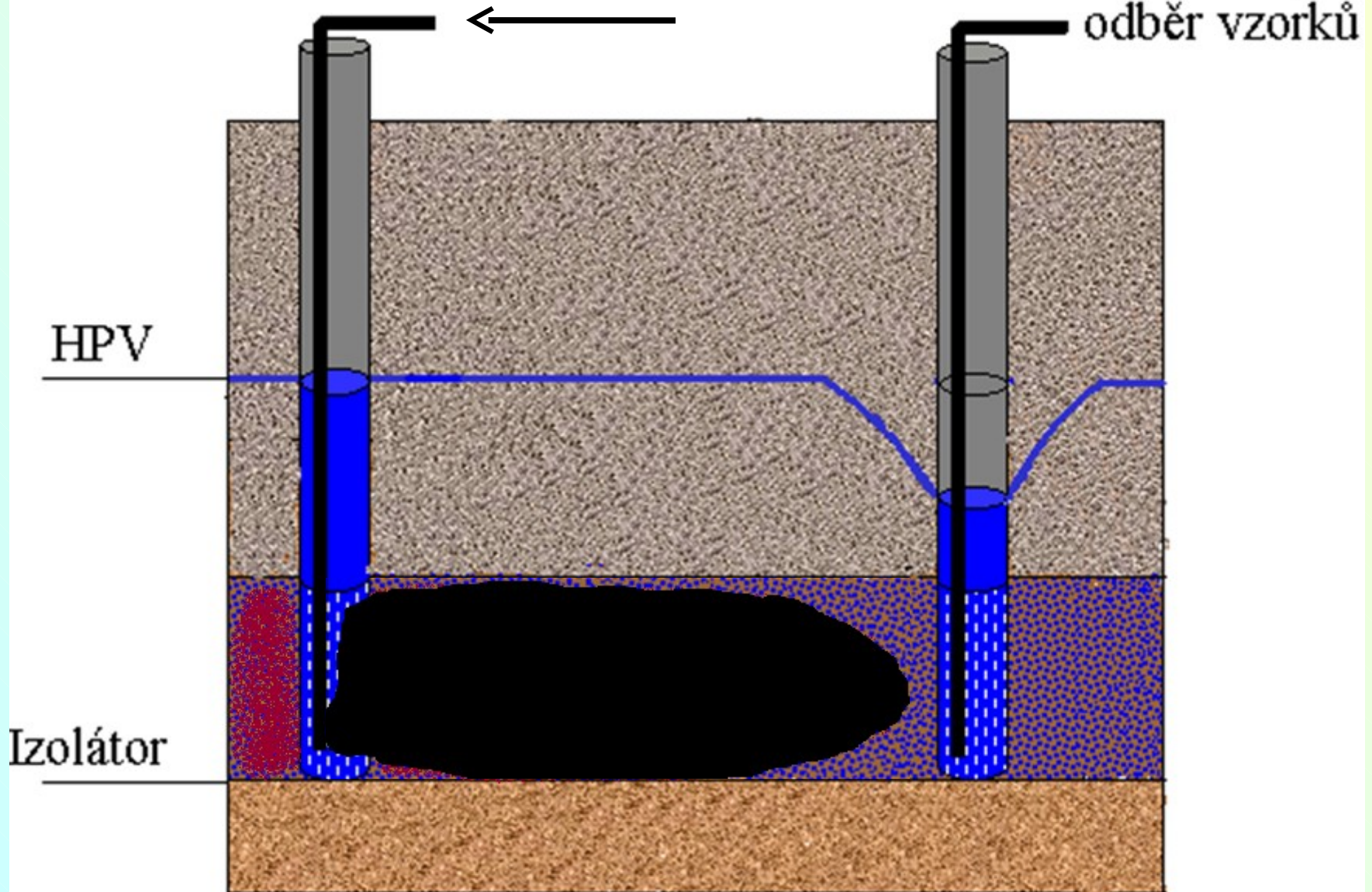
Preferenční proudění - v reálném heterogenním prostředí



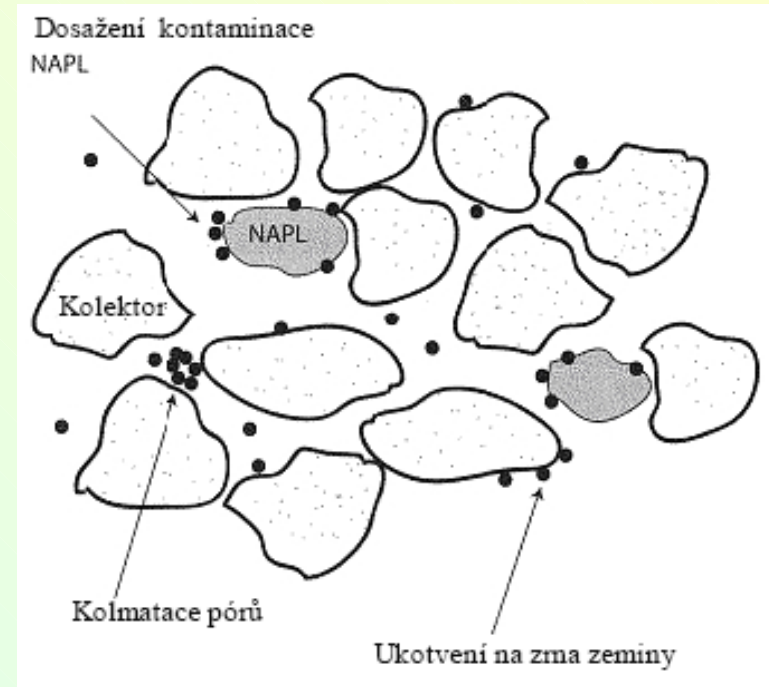
# Horninové prostředí

Vtláčení suspenze nano Fe

Monitoring,  
odběr vzorků

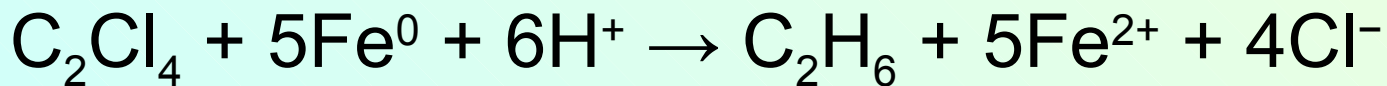


# Teorie aplikace a degradačních účinků nanočástic Fe



- In-situ abiotická redukční dehalogenace

PCE → TCE → DCE → VC → ethan



- Kinetika 1. řádu

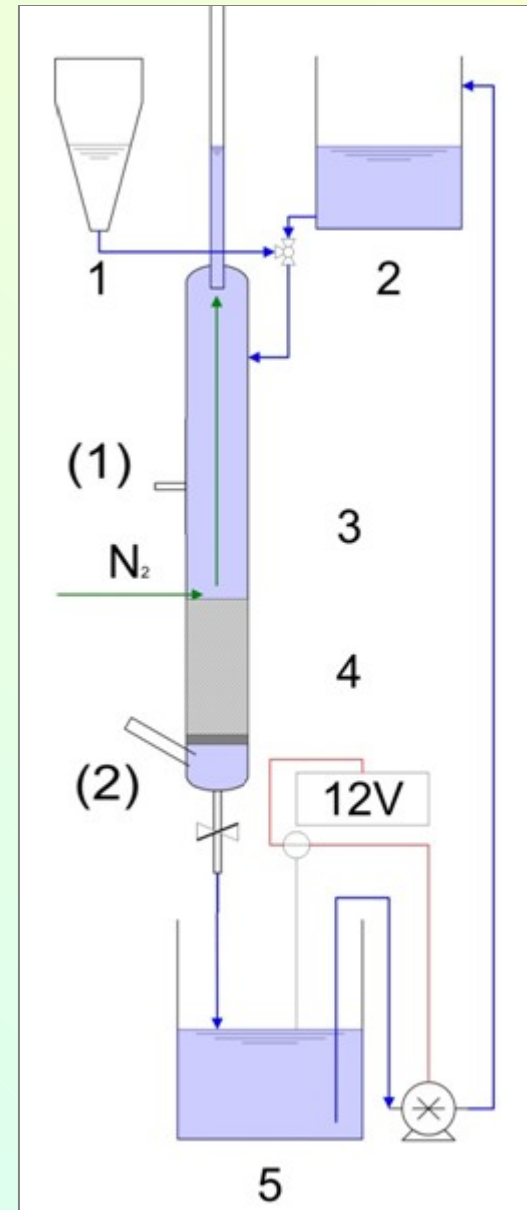
# Primární experimenty

Cíl: Data pro matematický model

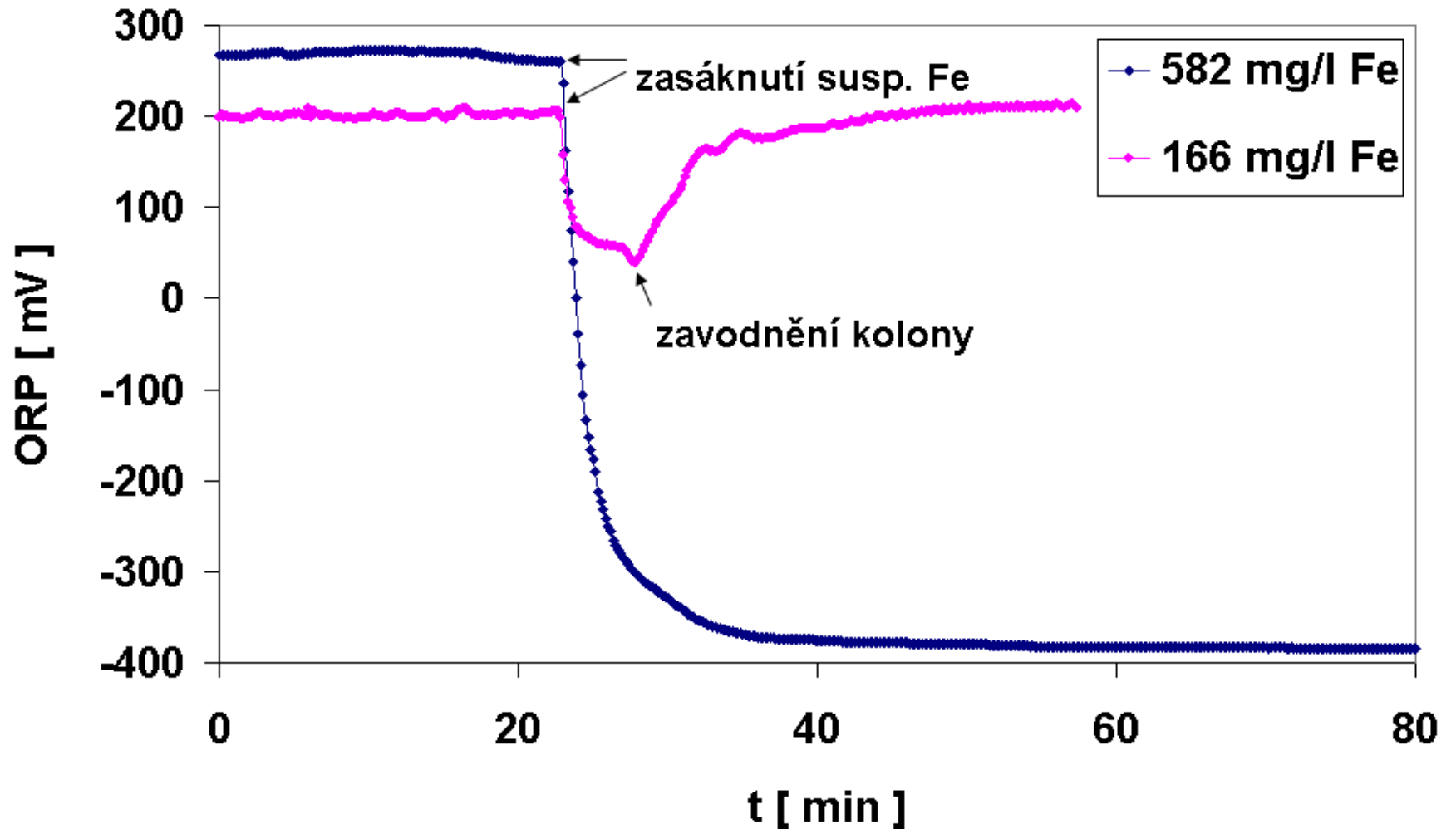
- Charakterizace zeminy
  - Granulometrická analýza
  - Pórovitost
  - Sypná hustota, hustota částic
  - Přirozený obsah železa v zemině (mineralizace)
  
- Sorpční charakteristika zeminy  $K_{sw}$
  
- Koeficient disperze  $D_x$  (matematický model)

# Kolonové experimenty

- Transportní experiment  
Nanoželezo zasakováno do zeminy
- Degradáční experiment  
Nanoželezo zasakováno do zeminy a  
poté injektován vodný roztok PCE
- Vyhodnocení experimentů  
ORP, průtok eluátu, konduktivita, pH,  
celkové Fe, PCE



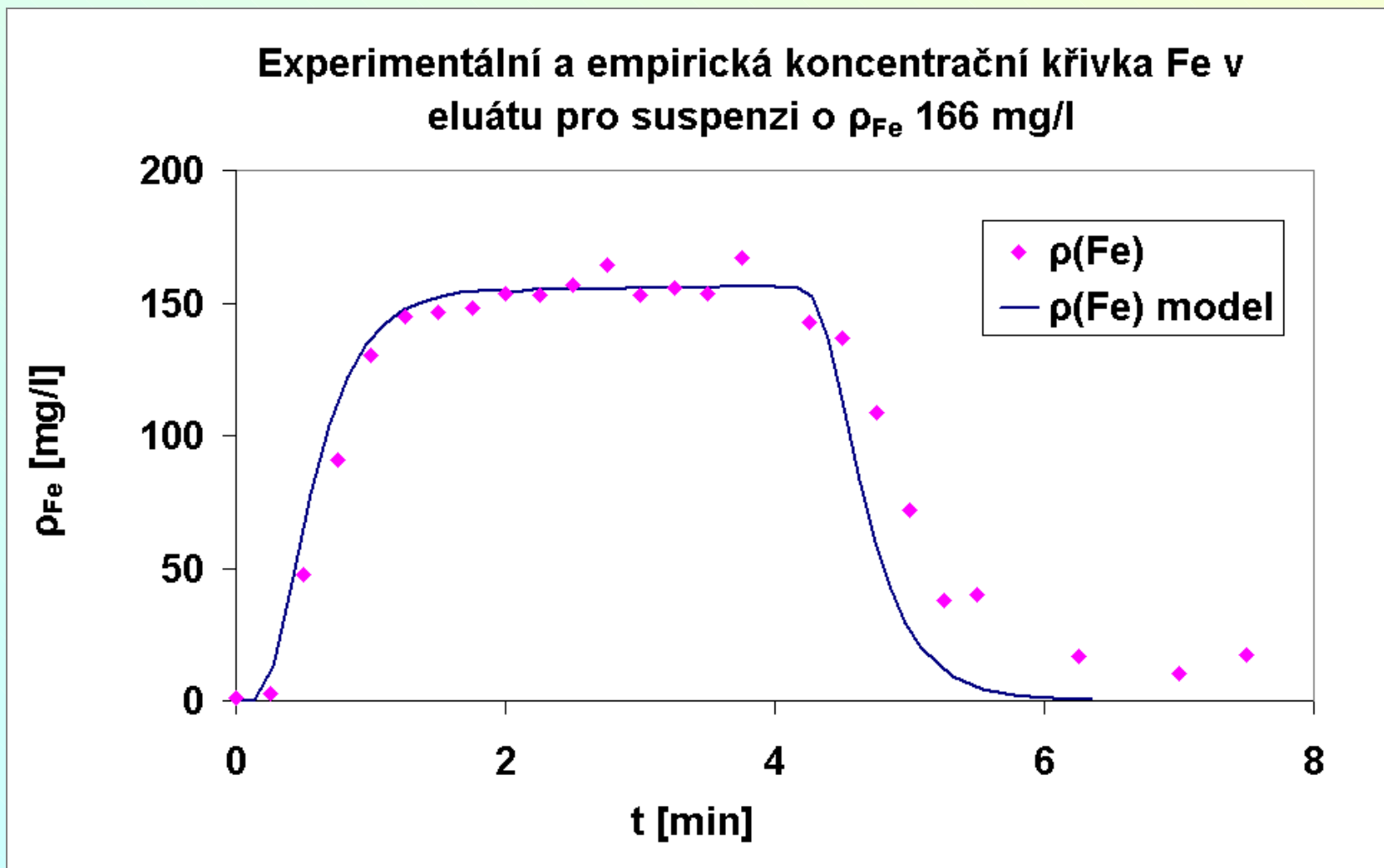
# Parametr ORP





# Vyhodnocení průniku suspenze vrstvou zeminy

- Koncentrační křivka Fe (celkové) v eluátu
- Bilance Fe pouze z kapalných proudů (dávkovaná suspenze, eluát)



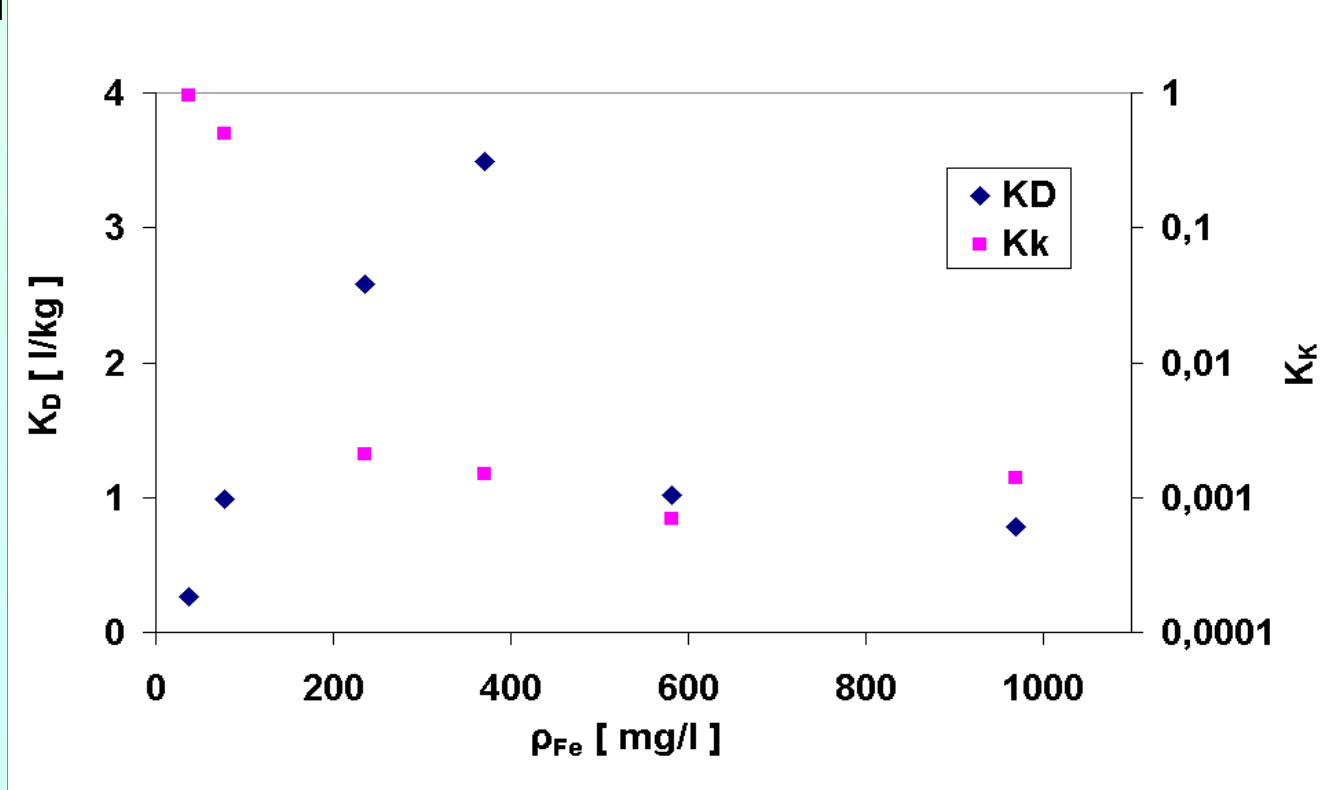
# Vzájemné porovnání zasakovaných suspenzí

- Koeficient záchytu  $K_D$  
$$K_D = \frac{\rho_{S,Fe}}{\rho_{Fe}} \text{ [l/kg]}$$

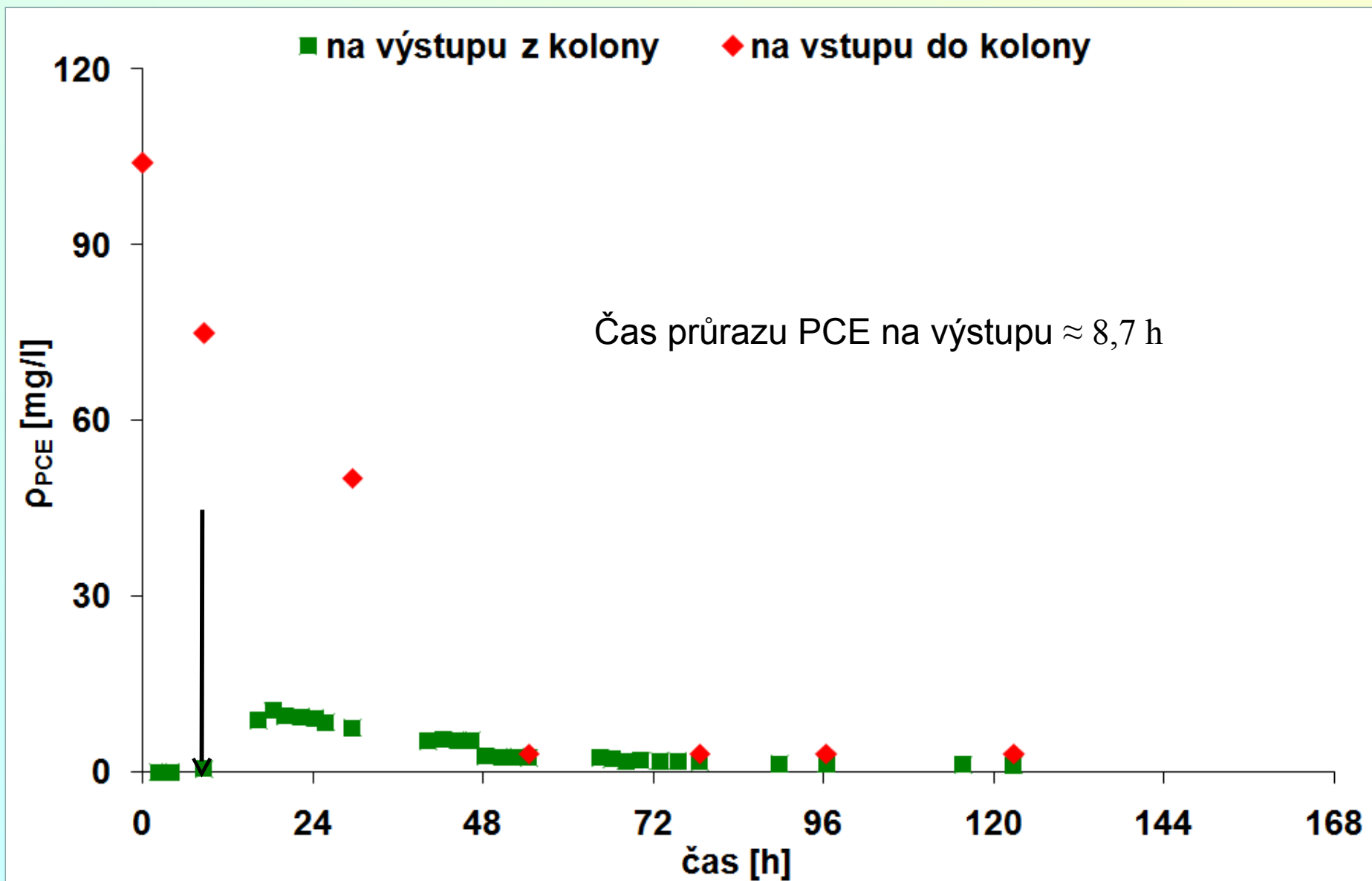
Ukazuje, že je obohacení zeminy nanočásticemi Fe limitováno

- Koeficient kolmatace  $K_K = \frac{Q}{Q_0}$

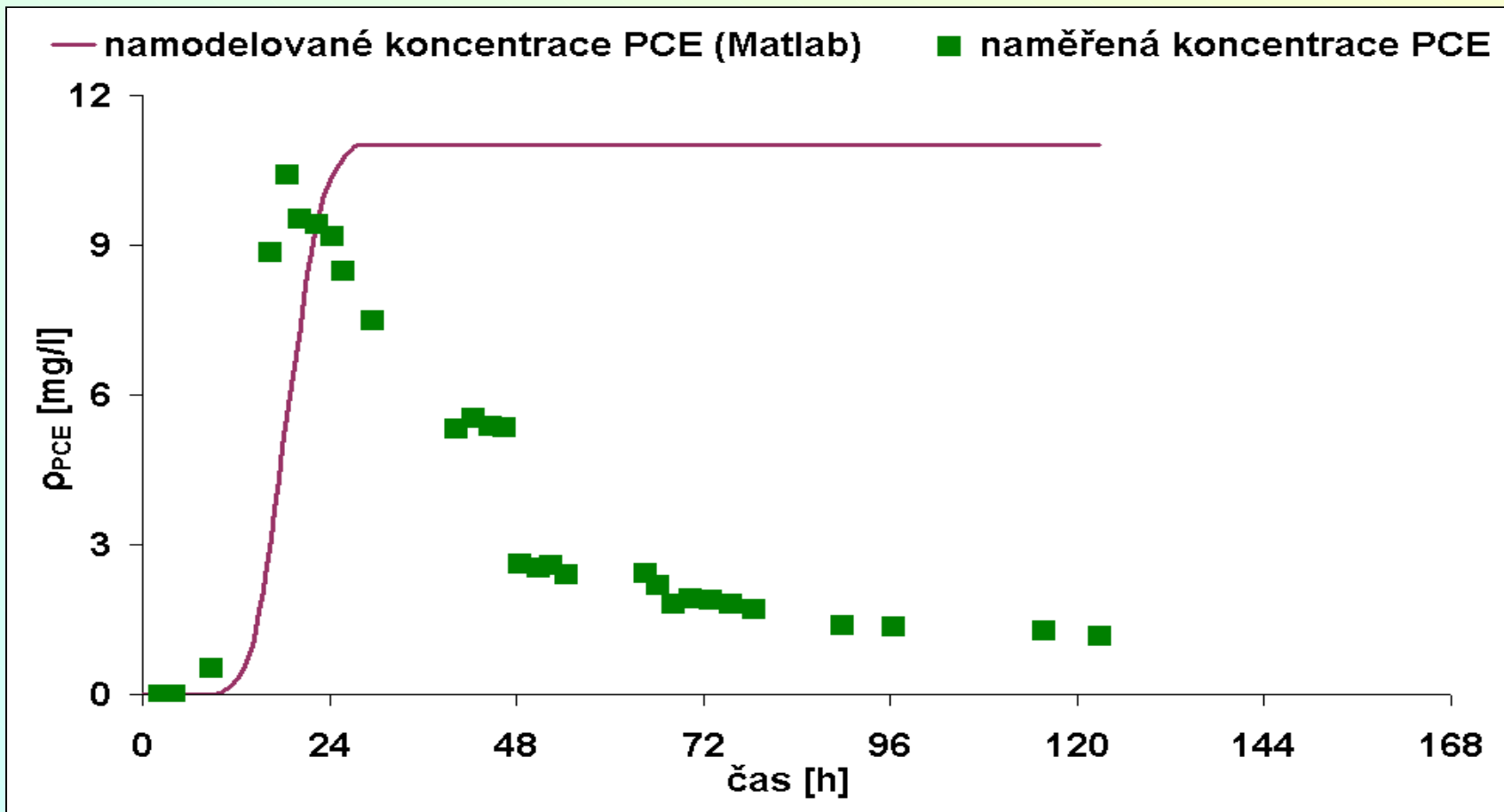
Vyjadřuje míru znečazení přítoku eluvy pro efektivní zadrž nanočástic Fe



# Degradační experiment



# Kinetická konstanta degradace PCE



Veličina	Hodnota	Veličina	Hodnota
Délka kolony [cm]	20	$D_x$ [ $m^2/s$ ]	$5 \cdot 10^{-5}$
Pórovitost	0,4	Průtok vody [ml/min]	13,4
Sypná hustota [ $kg/m^3$ ]	1420	Čas [h]	30
$K_{sw}$ [l/kg]	0,671	$\rho_{PCE}$ [mg/l]	55

# Porovnání účinností degradace PCE pro komerční a stabilizovanou suspenzi nanočástic Fe

	Průměrný průtok [ml/h]	Zachycené nanoželezo		Kinetická konstanta 1. řádu [h <sup>-1</sup> ]
		Koncentrace [g/kg]	Absolutní množství [g]	
ST	13,4	5,2	2,8	0,324
NST	15,5	15,9	8,2	0,468

# Závěry

V průběhu zasakování stabilizované suspenze nanočástic Fe lze pozorovat následující jevy:

- Pokles průtoku eluátu a koncentrace celkového Fe vlivem kolmatace pórů zeminy
- Pokles ORP v závislosti na koncentraci Fe v zasakované suspenzi

Za daných experimentálních podmínek je nejvhodnější suspenze RNIP – 10 APS o těchto vlastnostech:

- Koncentrační rozsah Fe v suspenzi 200 – 400 mg/l
- Obj. poměr křemíkový stabilizátor / RNIP = 5 / 1

Zavedené koeficienty zachytu  $K_D$  a kolmatace  $K_K$  lépe vystihují chování suspenze nanočástic Fe v zemině.

# Závěry

Stabilizovaná suspenze nanočástic Fe:

- Vysoká účinnost degradace PCE v kolonovém uspořádání (srovnatelné výsledky s původním komerčním preparátem)
- Stabilizační vrstva křemíku tedy neovlivňuje degradační schopnosti nanočástic Fe v upraveném preparátu vůči PCE

Přenos výsledků na reálné horninové prostředí vždy vyžaduje provedení upřesňujících laboratorních zkoušek se zemínou z konkrétní lokality.